

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

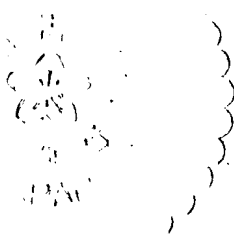
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 1 年    5 月    8 日  
Date of Application:

出 願 番 号      特 願 2 0 0 1 - 1 3 7 2 8 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:      [ J P 2 0 0 1 - 1 3 7 2 8 0 ]

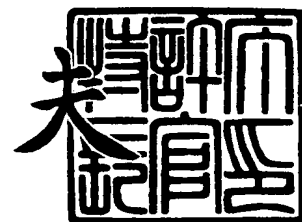
出    願    人      ヤマハ発動機株式会社  
Applicant(s):



2 0 0 4 年    1 月 2 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 PY17475JP1

【提出日】 平成13年 5月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B21D 9/15

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社  
内

【氏名】 葭野 民雄

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社  
内

【氏名】 田代 庸司

【特許出願人】

【識別番号】 000010076

【氏名又は名称】 ヤマハ発動機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064621

【弁理士】

【氏名又は名称】 山川 政樹

【電話番号】 03-3580-0961

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-393211

【出願日】 平成12年12月25日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006194

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9721366

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パイプ用曲げ加工装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パイプの両端部に栓手段を装着し、パイプ内に液体を密封する密栓機と、前記密栓機とは別体に形成し、密栓機によって液体が充填されたパイプを折曲げる折曲装置と、前記栓手段をパイプから取外す開栓機と、これらの機械に対してパイプの受け渡しを行う多関節ロボットと、折曲げ工程でパイプ内の液体を一方の栓手段側から加圧する加圧装置とを備えたことを特徴とするパイプ用曲げ加工装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のパイプ用曲げ加工装置において、密栓機は、パイプを上下方向に延びるように立てた状態で栓手段を装着し、下側の栓手段からパイプ内に液体を注入するとともに上側の栓手段で空気抜きを行う構造としたことを特徴とするパイプ用曲げ加工装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載のパイプ用曲げ加工装置において、密栓機は、液体を貯留する槽を備え、この槽中に浸漬させたパイプに栓手段を装着する構造としたことを特徴とするパイプ用曲げ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば自動二輪車、雪上車、四輪バギー車等のエンジンとマフラーとの間を接続する排気パイプを形成するパイプ用曲げ加工装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、自動二輪車用の排気パイプは、ステンレス鋼管を所定の形状に折曲げることによって形成している。この種の排気パイプは、パイプ内を排ガスが円滑に流れることができるとともに、途中で圧力波が不必要に反射することがないように、内径が一定であることが望ましい。

しかし、パイプを折曲げると、曲げ外側の部分が内側へ偏在するようになって

曲げ外側の曲率が内側の曲率より小さくなるから、従来の排気パイプにおいては、折曲部分で部分的に偏平となり、排気通路の断面積が小さくなってしまうという不具合があった。

#### 【0003】

このような不具合は、例えば特開平10-58051号公報に開示されているように、折曲部分の内部に液体を密封した状態で折曲げ加工を行うことによって、ある程度は解消することができる。

この公報に示されたパイプ用曲げ加工装置は、パイプの折曲部分の基端部と先端部の内部に栓部材を挿入して折曲部分内を密封するとともに、基端部側の栓部材から密封空間内に液体を供給して密封空間内に液体を充填した状態で、折曲げ加工を行うものである。折曲げは、曲げ内側に位置するロールダイと、曲げ外側の締型とによってパイプを挟持し、前記液体を所定の圧力に加圧した状態で、ロールダイにパイプを巻き付けることによって行っている。

#### 【0004】

前記基端部側の栓部材は、折曲げ時にパイプの基端部を保持するクランプ装置に一体的に形成している。このため、この栓部材をパイプ内に挿入する作業を行いながらパイプをクランプ装置に装着し、その後、パイプ内に注水し、注水終了後に折曲げ加工を行う。

前記ロールダイは、軸線方向を上下方向として配設しており、外周面にパイプを嵌合させる溝を形成している。すなわち、パイプを水平にした状態で前記クランプ装置に装着し、ロールダイに側方から押し付けて折曲げを行う。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上述したように構成した従来のパイプ用曲げ加工装置においては、折曲げ加工を行うためにパイプを装填してからパイプ内に水を注入しており、注水工程と折曲工程とを一つの装置でこの順に行わなければならない。このため、注水作業が終了するのを待機しなければならず、加工時間が長くなるという問題があった。

#### 【0006】

また、パイプを水平に配置した状態で注水しているから、注水終了時にパイプ

内に空気が残存してしまうことがあった。空気が残存した状態で曲げ加工を行うと、水を密封しているにもかかわらず折曲部分が著しく変形してしまう。このため、従来の曲げ加工装置によって形成した排気パイプは、折曲部分で排気抵抗が増大し、特にエンジンの回転域が高回転域にあるときのエンジンのガス交換性が低くなり、エンジン性能が低下するという問題が生じる。しかも、折曲部分で通路断面積が最小になり、ここで排気の圧力波の一部が反射してしまうから、排気脈動を有効に利用してエンジン性能を向上させることができない。

#### 【0007】

本発明は、このような問題点を解消するためになされたもので、加工時間が短くなるパイプ用曲げ加工装置を提供することを第1の目的とし、空気抜きを確実に行うことができるパイプ用曲げ加工装置を提供することを第2の目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

この目的を達成するため、本発明に係るパイプ用曲げ加工装置は、パイプの両端部に栓手段を装着し、パイプ内に液体を密封する密栓機と、前記密栓機とは別体に形成し、密栓機によって液体が充填されたパイプを折曲げる折曲装置と、前記栓手段をパイプから取外す開栓機と、これらの機械に対してパイプの受け渡しを行う多関節ロボットと、折曲げ工程でパイプ内の液体を一方の栓手段側から加圧する加圧装置とを備えたものである。

#### 【0009】

本発明によれば、密栓機での注水・密封作業と、折曲装置での折曲げ作業とを同時に行うことができるから、1本のパイプに対して上述した各作業を順次行って製造する場合に較べて待機時間を低減することができる。

#### 【0010】

請求項2に記載した発明に係るパイプ用曲げ加工装置は、請求項1に記載した発明に係るパイプ用曲げ加工装置において、密栓機は、パイプを上下方向に延びるように立てた状態で栓手段を装着し、下側の栓手段からパイプ内に液体を注入するとともに上側の栓手段で空気抜きを行う構造としたものである。

この発明によれば、パイプ内の上端から空気抜きを行うことができるから、水

を密封した部分の内部に空気が存在しない状態で折曲げ加工を行うことができ、曲げ加工中に、曲げ外側の部分の内面を液体で押圧することができる。

#### 【0 0 1 1】

請求項 3 に記載した発明に係るパイプ用曲げ加工装置は、請求項 1 に記載した発明に係るパイプ用曲げ加工装置において、密栓機は、液体を貯留する槽を備え、この槽中に浸漬させたパイプに栓手段を装着する構造としたものである。

この発明によれば、空気が存在しない状態でパイプに栓手段が取付けられてパイプ内に液体が密封される。このため、水を密封した部分の内部に空気が存在しない状態で折曲げ加工を行うことができ、曲げ加工中に、曲げ外側の部分の内面を液体で押圧することができる。

#### 【0 0 1 2】

##### 【発明の実施の形態】

##### （第 1 の実施の形態）

以下、本発明に係るパイプ用曲げ加工装置の一実施の形態を図 1 ないし図 1 3 によって詳細に説明する。

図 1 は本発明に係るパイプ用曲げ加工装置によって形成した排気パイプを装着した自動二輪車の側面図、図 2 は本発明に係るパイプ用曲げ加工装置によって形成した排気パイプを示す図で、同図（a）は平面図、同図（b）は車体左側から見た状態を示す側面図である。図 3 は曲げ加工装置の平面図、図 4 は曲げ加工装置の水循環装置の構成を示す図、図 5 はパイプに栓手段を取付けた状態を示す断面図、図 6 は密栓機の構成を示す図、図 7 は加圧機の構成を示す側面図で、同図においては、栓手段を把持するチャック部分を破断した状態で描いてある。

#### 【0 0 1 3】

図 8 は折曲機の平面図、図 9 は折曲機の背面図である。図 1 0 は多関節ロボットの側面図、図 1 1 は本発明に係る曲げ加工装置によって形成した排気パイプの性能と従来の曲げ加工装置によって形成した排気パイプの性能とを比較するためのグラフで、同図はエンジン回転数に対する出力の変化を示している。図 1 2 は曲げ加工装置の構成を示すブロック図、図 1 3 は折曲機と密栓機の動作を説明するためのタイムチャートである。

## 【0014】

図1において、符号1で示すものは、本発明に係る曲げ加工装置によって形成した排気パイプ2を装着した自動二輪車である。この自動二輪車1は、4サイクル単気筒エンジン3を搭載している。符号4は車体フレームを示し、5は前輪、6は後輪、7は操向ハンドル、8はシートを示す。

## 【0015】

前記排気パイプ2は、図2に示すように、3箇所を折曲げることによって所定の形状に形成しており、一端部（上流側端部）にエンジン接続用のフランジ11を溶接している。この排気パイプ2に形成する3箇所の折曲部分を符号12～14で示す。この排気パイプ2の下流側端部には、図1に示すように、後端にマフラー15を設けた後部排気パイプ16を接続している。

## 【0016】

排気パイプ2の前記折曲部分12～14は、図3中に符号21で示す曲げ加工装置によって折曲げている。この曲げ加工装置21は、排気パイプ2内に水を充填するとともに所定の圧力をもって加圧した状態で排気パイプ2を折曲げる構造を採っており、後述する栓手段を用いてパイプ内に水を密封するための密栓機22と、折曲工程でパイプの基端部を保持するとともにパイプ内の水を加圧する加圧機23と、パイプの先端部を折曲げる折曲機24と、栓手段をパイプから取外して水を排出するための開栓機25と、パイプや栓手段を搬送するための第1および第2の多関節ロボット26、27と、水循環装置28（図4参照）と、上述した各装置を制御する制御装置29（図12参照）などを備えている。本発明に係る折曲装置は、前記加圧機23と折曲機24とによって構成している。

## 【0017】

前記密栓機22は、図5に示すように、排気パイプ2を形成するための直管からなる素材パイプ31の両端部に第1および第2の栓手段32、33を取付けて素材パイプ31内を密閉するとともに、これらの栓手段32、33を用いて素材パイプ31内に水を充填して密封する。

前記第1および第2の栓手段32、33は、図5に示すように、素材パイプ31の端部を嵌入させる有底円筒体34と、この有底円筒体34に支持用ボルト3

5によって取付けた円筒状のシール用ゴム36とを備えている。

#### 【0018】

前記シール用ゴム36は、素材パイプ31の内周部に嵌合できるように形成しており、有底円筒体34の底部34aと、前記支持用ボルト35の内端部に支持させたプレート37とによって挟持している。前記支持用ボルト35は、外端部に螺着させたナット38を締付けることによって、前記プレート37がシール用ゴム36を前記底部34a側へ押圧するように形成している。すなわち、前記ナット38を締付けることによって、シール用ゴム36は、有底円筒体34の底部34aと前記プレート37とで軸線方向に挟圧されて径方向へ膨らみ、外周面が素材パイプ31の内周面に液密になるように全周にわたって密着する。

#### 【0019】

第1および第2の栓手段32, 33を素材パイプ31の両端部に取付けて各栓手段32, 33のシール用ゴム36を素材パイプ31に密着させることによって、素材パイプ31内が密閉される。

図5において、素材パイプ31の下端部に取付けた第1の栓手段32は、前記支持用ボルト35の軸心部に素材パイプ31の内外を連通するように貫通孔39を穿設するとともに、支持用ボルト35の外端部にカプラ40を取付けている。このカプラ40は、従来からよく知られているように、内部通路に逆止弁40aを有し、相手側のカプラ（例えば図6中に符号41で示す給水用カプラ）を取付けることによって、給水用カプラ41内に設けられる不図示の逆止弁の押しロッドによって逆止弁40aが押し開かれ、この反作用によって給水用カプラ41側の逆止弁も押し開かれて前記貫通孔39と相手側カプラ内の通路とが連通し、相手側のカプラを取外すことによって、カプラ40の逆止弁40aと相手側カプラ（給水用カプラ41）の逆止弁が各々ばね力で閉じる。逆止弁40aは脱状態において外部から素材パイプ31内への空気の浸入を阻止するとともに、素材パイプ31内から外部に水を洩らさないようにする。給水用カプラ41側の逆止弁も外部から注水管109（図4参照）内への空気の浸入を阻止するとともに、注水管109内の水を外部に洩らさないようにする。

#### 【0020】

他方の第 2 の栓手段 3 3 は、前記支持用ボルト 3 5 の軸心部を通して素材パイプ 3 1 外へ延びる排出通路 4 2 を形成するとともに、この排出通路 4 2 を開閉する開閉弁 4 3 を取付けている。この開閉弁 4 3 の排出口には、前記カプラ 4 0 とは異なり逆止弁 4 0 a 相当が配置されない構造のカプラ 4 4 を取付けている。また、支持用ボルト 3 5 と、これに設けた前記プレート 3 7 には、前記排出通路 4 2 の途中から横方向へ延びる空気抜き用の連通孔 4 5 を穿設している。この連通孔 4 5 は、図 5 に示すように、第 2 の栓手段 3 3 を素材パイプ 3 1 に取付けた状態で素材パイプ 3 1 内の最も高い位置に開口するように形成している。

#### 【 0 0 2 1 】

これらの栓手段を素材パイプ 3 1 に取付ける密栓機 2 2 は、図 6 に示すように、素材パイプ 3 1 を上下方向に延びるように立てた状態で保持するパイプ用クランプ装置 5 1 と、第 1 の栓手段 3 2 を着脱自在に保持する第 1 のクランプ装置 5 2 と、この第 1 のクランプ装置 5 2 を昇降させるアクチュエータ 5 4 a（図 1 2 参照）と、第 2 の栓手段 3 3 を着脱自在に保持する第 2 のクランプ装置 5 3 と、この第 2 のクランプ装置 5 3 を昇降させるアクチュエータ 5 4 b（図 1 2 参照）と、第 1 の栓手段 3 2 の前記ナット 3 8 を締付けるための第 1 のナット締付機 5 5 と、第 2 の栓手段 3 3 の前記ナット 3 8 を締付けるための第 2 のナット締付機 5 6 と、第 1 の栓手段 3 2 のカプラ 4 0 に給水用カプラ 4 1 を着脱させるための第 1 のカプラ脱着機 5 7 と、第 2 の栓手段 3 3 のカプラ 4 4 に排水・空気抜き用カプラ 5 8 を着脱させるための第 2 のカプラ脱着機 5 9 と、第 2 の栓手段 3 3 の開閉弁 4 3 を駆動するアクチュエータ 6 0（図 1 2 参照）とを備えている。なお、排水・空気抜き用カプラ 5 8 はカプラ 4 4 と同様に逆止弁を有さない。排水・空気抜き用カプラ 5 8 は第 1 の排水管 1 1 2 の最上位位置において密栓機 2 2 に固定されており、水が洩れることはないからである。

#### 【 0 0 2 2 】

前記第 1 および第 2 のクランプ装置 5 2，5 3 は、二つの爪 6 1，6 1 を第 1・第 2 の栓手段 3 2，3 3 の係合溝 6 2 に係合させることによって、これらの栓手段 3 2，3 3 を把持するように形成している。第 1 のクランプ装置 5 2 は、素材パイプ 3 1 の下方に配設し、第 2 のクランプ装置 5 3 は、素材パイプ 3 1 の上

方に配設している。この実施の形態では、素材パイプ 31 をパイプ用クランプ装置 51 で所定高さ位置に保持した状態で、第 1 のクランプ装置 52 をアクチュエータ 54 a で上昇させることにより、第 1 のクランプ装置 52 で保持した第 1 の栓手段 32 を素材パイプ 31 に下方から嵌合させ、第 2 のクランプ装置 53 をアクチュエータ 54 b で下降させることにより、第 2 のクランプ装置 53 で保持した第 2 の栓手段 33 を上方から嵌合させる。この後、第 1 のナット締付け機 55 でナット 38 を締付け、第 1 の栓手段 32 を素材パイプ 31 に水密に連結し、第 2 のナット締付け機 56 でナット 38 を締付け、第 2 の栓手段 33 を素材パイプ 31 に水密に連結する。

#### 【0023】

第 1 および第 2 のナット締付け機 55, 56 は、それぞれナット 38 に嵌合するソケット 63 をナット 38 に対して進退できるように設けている。前記ソケット 63 は、各々独立のモータ 64 に歯車結合させてあり、ナット 38 に嵌合させた状態で各々のモータ 64 によって回転させる。

また、第 1 のナット締付け機 55 は、図 5 中に符号 L で示す設定締付け寸法を検出するための締付け量センサ 55 a と、ナット 38 の締付けトルクを検出するためのトルクセンサ 55 b とを備えている。これらのセンサは制御装置 29 に接続している。この制御装置 29 には、前記センサによって異常を検出したときに警報機 29 a (図 12 参照) と表示装置 29 b とによって警報を発する回路を採っている。前記警報機 29 a は赤色回転灯によって構成し、表示装置 29 b はディスプレイモニタによって構成している。

#### 【0024】

すなわち、ナット 38 の締付け量を締付け量センサ 55 a によって検出し、所定の回転速度で締付け中にトルクセンサ 55 b によって検出した締付けトルクが小さいにも拘わらず前記 L 値が所定値以上となる場合には、締付けを停止し、警報機 29 a を作動させ、表示装置 29 b に異常内容を表示させる。また、ナット 38 の締付けトルクをトルクセンサ 55 b によって検出し、所定の回転速度で締付け中に前記 L 値が所定値に達する以前に急激に所定締付けトルク以上となる場合、締付けを停止し、警報機 29 a を作動させ、表示装置 29 b に異常内容を表

示させる。これにより、シール用ゴム 36 の劣化やへたり、ねじ面の錆び等の不具合に対応できるようになる。

#### 【0025】

また、密栓機 22 には、図 6 に示すように、第 1 および第 2 の栓手段 32, 33 の識別符号（図示せず）を読み取るための読み取り装置 22a を備えている。栓手段 32, 33 は、複数のパイプ種別（例えば 4 種）毎に少なくとも 4 セット用意されており、個々に識別符号が付与されている。

前記読み取り装置 22a は、前記識別符号のデータを制御装置 29 に送出する。このデータが入力された制御装置 29 は、それぞれの栓手段の使用回数をメモリ 29c（図 12 参照）に記憶させる。また、制御装置 29 は、栓手段毎の使用回数を表示装置 29b に表示させ、使用回数が限界使用回数を上回ったときには、警報機 29a を作動させてオペレータに交換を促すか、自動的に他の使用可能な栓手段に交換する。なお、使用回数を記憶する手段としては、半導体メモリの他に、機械式カウンターを用いてもよい。

#### 【0026】

前記加圧機 23 は、図 7 に示すように、素材パイプ 31 の一端に取付けた第 1 の栓手段 32 を着脱自在に保持するクランプ装置 65 と、このクランプ装置 65 を素材パイプ 31 の長手方向に沿って移動させるクランプ装置用アクチュエータ 66（図 12 参照）と、第 1 の栓手段 32 のカップラ 40 に接続して素材パイプ 31 内と後述する高圧ポンプの吐出系とを連通させるための加圧用カップラ 67 と、この加圧用カップラ 67 を第 1 の栓手段 32 のカップラ 40 に着脱させるためのカップラ脱着機 68（図 12 参照）と、高圧ポンプと加圧機 23 との間の水供給系の空気抜きを行うための空気抜き装置 69 とを備えている。

#### 【0027】

前記クランプ装置 65 は、先端部 65a に円周方向に複数の割り（図示せず）を形成し、図示していない拡幅具の作用により先端部 65a が拡がるように構成している。すなわち、このクランプ装置 65 は、前記先端部 65a を第 1 の栓手段 32 の円筒部 32a 内に挿入した状態で上述したように拡げることによって、円筒部 32a を内側から強固に保持する。

クランプ装置用アクチュエータ 6 6 は、図 3 中に符号 7 0 で示すレールに沿って前記クランプ装置 6 5 を素材パイプ 3 1 の長手方向に前進後退移動させる移動動作と、クランプ装置 6 5 を素材パイプ 3 1 の周方向へ回動させる回動動作とを行えるように構成している。

#### 【 0 0 2 8 】

前記加圧用カプラ 6 7 は、上述した密栓機 2 2 の給水用カプラ 4 1 と同等の構造のもので、図 7 に示すように、支軸 7 1 によって加圧機 2 3 のフレーム 7 2 に支持させている。支軸 7 1 の内部に水通路（図示せず）を形成し、支軸 7 1 の外端部に取付けた加圧管 7 3 によって後述する高圧ポンプに接続している。

#### 【 0 0 2 9 】

この実施の形態では、前記支軸 7 1 を前記フレーム 7 2 に移動自在に支持させ、圧縮コイルばね 7 4 によってカプラ接続方向（図 7 においては右方向）へ付勢されるようにしている。この構造を採ることによって、加圧用カプラ 6 7 を第 1 の栓手段 3 2 のカプラ 4 0 と接続できる位置に移動させることができるとともに、カプラ接続時の衝撃を緩和させることができる。

#### 【 0 0 3 0 】

カプラ脱着機 6 8 は、前記密栓機 2 2 に設けたものと同等の構造のものを使用しており、クランプ装置 6 5 と一体的に移動できるようにしている。

前記空気抜き装置 6 9 は、前記加圧用カプラ 6 7 に着脱する空気抜き用カプラ 7 5 を加圧機 2 3 のフレーム 7 2 に支持部材 7 6 と支持軸 7 7 とを介して支持させている。前記支持軸 7 7 は、軸線が素材パイプ 3 1 の長手方向と平行になる状態で前記クランプ装置 6 5 の真上に配設している。前記支持部材 7 6 は、前記支持軸 7 7 を軸線回りに回動自在に支持するとともに、支持軸 7 7 を軸線方向に移動自在に支持している。図 7 は、支持軸 7 7 を軸線回りに回動させて空気抜き用カプラ 7 5 をクランプ装置 6 5 の側方へ移動させた状態で描いてある。

#### 【 0 0 3 1 】

前記折曲機 2 4 は、図 8 および図 9 に示すように、曲率の小さい（曲率半径の大きい）折曲げを行うための第 1 のロールダイ 8 1 A と、第 1 のロールダイ 8 1 A の下側に配置される曲率の大きい（曲率半径の小さい）折曲げを行うための第

2のロールダイ81Bと、第1のロールダイ81Aの第1のパイプ保持部81Abに素材パイプ31を押付けクランプする第1のシリンダ装置82Aと、第2のロールダイ81Bの第2のパイプ保持部81Bbに素材パイプ31を押付けクランプする第2のシリンダ装置82Bと、第1および第2のロールダイ81A、81Bと一体となって回転可能とされるときともに、第1および第2のシリンダ装置82A、82Bが取付けられる支持台83と、支持台83を回転駆動する曲げ加工用アクチュエータ84と、加工用アクチュエータ84の他端を回転可能に支持するとともに、一体化された第1および第2のロールダイ81A、81Bおよび支持台83を回転可能に支持する基台85と、この基台85を上下させる昇降アクチュエータ85aと、第1および第2のロールダイ81A、81Bの回転角を検知する回転角センサ86と、素材パイプ31を保持するためのパイプ保持装置24aを備えている。

#### 【0032】

前記第1および第2のロールダイ81A、81Bの外周部には、それぞれ素材パイプ31が嵌合する断面半円状の溝81Aa、81Baをロールダイ81A、81Bの周方向に延びるように形成している。この実施の形態では、曲率が異なる折曲部分を複数のロールダイ81A、81Bによって成形することができるように、第1および第2のロールダイ81A、81Bに溝81Aa、81Baを上下方向に離間させて二つ形成している。

#### 【0033】

折曲機24の前記第1および第2のシリンダ装置82A、82Bは、前記二つの溝81Aa、81Baに対応するように上下方向に離間させて設けている。

前記アクチュエータ84は、油圧シリンダ84aを駆動源として支持台83の一端部を押圧する。

折曲機24の前記パイプ保持装置24aは、前記基台85に固定した第1のクランプ治具24bと、この第1のクランプ治具24bと協働して素材パイプ31を挟持する第2のクランプ治具24cと、この第2のクランプ治具24cを駆動するための押圧シリンダ24dとによって構成している。このパイプ保持装置24aにより素材パイプ31を曲げ加工中に保持することによって、パイプ真直部

に曲げ荷重が伝達されるのを阻止することができ、この部分が不必要に曲がるのを阻止することができる。

#### 【0034】

前記開栓機 25 は、図 3 に示すように、折曲加工後の素材パイプ 31（排気パイプ 2）に取付けられている第 1 および第 2 の栓手段 32，33 を保持する第 1 および第 2 のクランプ装置 87，88 と、これらのクランプ装置 87，88 が保持した第 1・第 2 の栓手段 32，33 のナット 38 を緩めるための第 1 および第 2 のナット緩め機 89，90 とを備えている。

#### 【0035】

この開栓機 25 の第 1・第 2 のクランプ装置 87，88 とナット緩め機 89，90 は、密栓機 22 で使用したクランプ装置 52，53 とナット締付機 55，56 と略同じ構造になるように形成しており、第 1 のクランプ装置 87・ナット緩め機 89 と、第 2 のクランプ装置 88・ナット緩め機 90 とを水平方向（図 3 においては左右方向）に並べて配設している。この実施の形態では、第 1 および第 2 のクランプ装置 87，88 の間に製品取出し用のシュート 91 を配設し、栓手段 32，33 を取外した素材パイプ 31（排気パイプ 2）を取出すことができるようにしている。また、この開栓機 25 の下部には、開栓後にパイプ内から流出する水を受ける水受け部材 25a（図 4 参照）を設けている。

#### 【0036】

前記第 1 および第 2 の多関節ロボット 26，27 は、図 10 に示すように、床 92 に固定した基台 93 と、この基台 93 に支持させた二つのアーム 94，95 と、先端側のアーム 95 の先端部に取り付けたパイプ把持用のクランプ 96 とを備えている。これらの多関節ロボット 26，27 が素材パイプ 31 を搬送できる範囲を図 3 中に二点鎖線で示す。

#### 【0037】

図 3 において左側に位置する第 1 の多関節ロボット 26 は、図 3 中に符号 97 で示す素材パイプ用ストッカから素材パイプ 31 を密栓機 22 に搬送する移送動作と、密栓機 22 から素材パイプ 31 を加圧機 23 および折曲機 24 に搬送する移送動作と、図 3 中に符号 98 で示す栓手段用支持台から第 1 および第 2 の栓手

段 32, 33 を密栓機 22 に搬送する移送動作と、図 3 中に符号 99 で示す栓手段用移送装置の下流側端部から第 1 および第 2 の栓手段 32, 33 を前記栓手段用支持台 98 に搬送する移送動作とを行う。前記栓手段用移送装置 99 は、図 3 において右側の端部（上流側端部）に載置した第 1 および第 2 の栓手段 32, 33 を他端部へ移動させる構造のものである。なお、第 1 の多関節ロボット 26 によることなく、素材パイプ用ストッカ 97 から第 1 および第 2 の栓手段 32, 33 の密栓動作領域まで、素材パイプ 31 を搬送する搬送装置を、密栓機 22 に一体的に設けてもよい。

#### 【0038】

第 2 の多関節ロボット 27 は、加圧機 23 および折曲機 24 から素材パイプ 31 を開栓機 25 に搬送する移送動作と、開栓機 25 から素材パイプ 31 を製品取出し用シュート 91 に搬送する移送動作と、開栓機 25 から第 1 および第 2 の栓手段 32, 33 を前記栓手段用移送装置 99 の上流側端部に搬送する移送動作とを行う。図 3 において、素材パイプ用ストッカ 97 と栓手段用支持台 98 に隣接するように配置した符号 100 で示すものは、不良品を排出するための不良品用シュートである。

#### 【0039】

前記水循環装置 28 は、図 4 に示すように、水を貯留するための第 1 および第 2 の水タンク 101, 102 と、第 1 の水タンク 101 の水を第 2 の水タンク 102 に送る循環ポンプ 103 と、前記密栓機 22 に水を供給するための注水ポンプ 104 と、折曲工程で前記加圧機 23 に水を供給するための高圧ポンプ 105 などを備えている。

前記第 1 の水タンク 101 と第 2 の水タンク 102 は、連通管 106 によって互いに連通させており、循環ポンプ 103 によって両タンク 101, 102 の水が循環するようにしている。循環ポンプ 103 と第 2 の水タンク 102 との間には、フィルター 107 を介装している。

#### 【0040】

前記第 1 の水タンク 101 は、市水導入管 101a から水を供給できるように構成している。この止水導入管 101a の下流側端部には、制御装置 29 によっ

て制御される電磁弁からなる水供給元弁 101b を接続している。第 1 の水タンク 101 と第 2 の水タンク 102 の水位を検出するために、第 2 の水タンク 102 に水位センサ 102a を設け、水の蒸発などにより水位が低下し、水位センサ 102a によって検出された水位が予め定めた下限水位を下回ったときに、制御装置 29 によって前記水供給元弁 101b が開かれて水が補充される。水位センサ 102a によって検出された水位が所定の上限水位に達したときに水供給元弁 101b が閉じられて水の補充が停止する。

#### 【0041】

また、前記第 1 の水タンク 101 には、図 4 中に符号 101c で示す沈殿タンクを接続している。この沈殿タンク 101c の上方に前記開栓機 25 の水受け部材 25a を配設し、開栓機 25 でパイプ内から排出された水を水受け部材 25a から沈殿槽 101c に流下させる。この構造を採ることによって、曲げ加工後に排水を第 1 の水タンク 101 に導いて再利用することができる。

#### 【0042】

前記注水ポンプ 104 および高圧ポンプ 105 は、それぞれ入泡検知センサ 108 を通して第 2 の水タンク 102 の水を吸込むようにしている。この入泡検知センサ 108 は、各ポンプ 104, 105 に吸込まれる水に含まれる気泡を検出し、検出データを後述する制御装置 29 に出力する。この入泡検知センサ 108 によって気泡が検出されたときには、給水異常として制御装置 29 が両ポンプ 104, 105 を停止させる。

#### 【0043】

前記注水ポンプ 104 の吐出側は、注水管 109 によって前記給水用カプラ 41 に接続しており、給水用カプラ 41 が第 1 の栓手段 32 のカプラ 40 に接続している状態で素材パイプ 31 内に水を供給する。なお、前記注水ポンプ 104 の上流側に設けた入泡検知センサ 108 は、図 4 中に二点鎖線で示すように前記注水管 109 の途中に介装することもできる。

素材パイプ 31 の上端部に位置する第 2 の栓手段 33 のカプラ 44 に接続した排水・空気抜き用カプラ 58 は、出泡検知センサ 110 と流量センサ 111 とを介装した第 1 の排水管 112 を接続している。この第 1 の排水管 112 の下流側

端部は、第1の水タンク101に水を戻すように形成している。

#### 【0044】

前記出泡検知センサ110は、空気抜きが完了したか否かを判定するために設けており、第1の排水管112を流れる水に含まれる気泡を検出し、検出データを制御装置29に出力する。前記流量センサ111は、第1の排水管112を流れる水の流量を検出し、検出データを制御装置29に出力する。

#### 【0045】

前記高圧ポンプ105の吐出側は、加圧管73によって前記加圧機23の加圧用カプラ67に接続しており、この加圧用カプラ67が素材パイプ31側のカプラ40や、このカプラと同構造の空気抜き装置の空気抜き用カプラ75に接続している状態でこれらに水を供給する。空気抜き用カプラ75は、図4および図7中に符号113で示す第2の排水管に接続しており、この第2の排水管113によって水や空気を第1の水タンク101に排出するようにしている。第2の排水管113にも出泡検知センサ110を介装し、制御装置29によって空気抜きが完了したか否かを判定できるようにしている。

#### 【0046】

高圧ポンプ105に接続した前記加圧管73には、三方弁114と圧力センサ115とを介装している。三方弁114は、高圧ポンプ105が吐出した水の供給先を前記加圧用カプラ67と第1の水タンク101の何れか一方に切換えることができるように接続してある。すなわち、この三方弁114は、高圧ポンプ105と加圧用カプラ67とが接続される第1の形態と、三方弁114を介して高圧ポンプ105と第1の水タンク101と加圧用カプラ67とが相互に接続される放圧のための第2の形態を採ることができる。なお、加圧用カプラ67は給水用カプラ41と同様、脱状態において外部からの空気の浸入を阻止するとともに、加圧管73内の水が洩れない逆止弁が設けられている。カプラ75もカプラ40と同様の構造を採り逆止弁40aと同様の逆止弁を有する。

#### 【0047】

前記圧力センサ115は、前記三方弁114より加圧用カプラ67側で加圧管73内の水圧を検出し、検出データを制御装置29に出力する。この実施の形態

では、高圧ポンプ 1 0 5 として空気駆動式のプランジャポンプを採用し、吐出圧調整装置 1 1 6（図 1 2 参照）が駆動用空気の圧力を変化させることによって、高圧ポンプ 1 0 5 の吐出圧が増減するようにしている。前記吐出圧調整装置 1 1 6 は、制御装置 2 9 から送出された指令値に対応させて駆動用空気の圧力を増減させる。前記指令値は、前記圧力センサ 1 1 5 が検出した水圧と、予め定めた目標水圧とが一致するように制御装置 2 9 が設定する。すなわち、高圧ポンプ 1 0 5 の吐出圧が目標水圧に一致するように高圧ポンプ 1 0 5 がフィードバック制御される。

#### 【 0 0 4 8 】

前記目標水圧は、排気パイプ 2 の形状に対応させて設定する。例えば、折曲部分の曲率に対応させて目標水圧を設定する。すなわち、曲率が相対的に大きい（曲率半径が相対的に小さい）折曲部分は、曲率が相対的に小さい折曲部分より水圧が高い状態で折曲げる。折曲中には、折曲げ中の水圧が一定になるように制御したり、折曲部分の曲げ角度が大きくなるほど水圧が高くなるように制御する。折曲部分の曲げ角度は、折曲機 2 4 に設けた曲げ回転角センサ 8 6 によって検出する。

#### 【 0 0 4 9 】

また、前記高圧ポンプ 1 0 5 は、ポンプストロークセンサ 1 0 5 a を設け、作動状態が制御装置 2 9 によって常に検出される。例えば、曲げ加工中にパイプに亀裂が発生したり栓手段のシール性能が低下したときには、急激に圧力が低下し、前記フィードバック制御により昇圧させるために高圧ポンプ 1 0 5 のポンプストローク回数が増加するが、この現象をポンプストロークセンサ 1 0 5 a によって検出することができる。この実施の形態では、ポンプストローク回数が低減していないにも拘わらず圧力が低下した場合や、ポンプストローク回数が所定数を越えているにも拘わらず所定圧力を越えない場合には、制御装置 2 9 が高圧ポンプの作動を停止させ、警報機 2 9 a を作動させるとともに、表示装置 2 9 b に異常内容を表示させる。

#### 【 0 0 5 0 】

次に、この実施の形態による曲げ加工装置 2 1 の動作を説明する。

図示していない操作盤のスタートスイッチをON操作すると、先ず、第1の多関節ロボット26が素材パイプ用ストッカ97の素材パイプ31を把持し、上下方向に延びるように立てた状態で密栓機22に装填する。密栓機22に素材パイプ31が装填されると、先ず、パイプ用クランプ装置51が素材パイプ31を保持し、第1および第2のクランプ装置52, 53およびアクチュエータ54a, 54bにより第1および第2の栓手段32, 33を素材パイプ31に嵌合させる。なお、これらの栓手段32, 33は、密栓機22による前回の注水工程が終了した後に第1の多関節ロボット26によって栓手段用支持台98から搬送されたものである。

#### 【0051】

両栓手段を素材パイプ31に嵌合させた後、第1および第2のナット締付機55, 56によって両栓手段のナット38を締付ける。このとき、第1のナット締付機55は、ソケット63を上昇させた後に回転させ、第2のナット締付機56は、ソケット63を下降させた後に回転させる。ナット38の締付けが終了した後、ソケット63を初期位置に復帰させる。

#### 【0052】

その後、第1および第2のカプラ脱着機57, 59が作動を開始し、第1の栓手段32のカプラ40に給水用カプラ41を接続するとともに、第2の栓手段33のカプラ44に排水・空気抜き用カプラ58を接続する。そして、開閉弁43用アクチュエータ60が第2の栓手段33の開閉弁43を開いた後、注水ポンプ104が作動を開始し、素材パイプ31内に第1の栓手段32を通して下方から水が供給される。

#### 【0053】

素材パイプ31内が水で満たされると、水は第2の栓手段33の排水通路42から開閉弁43を通過して第1の排水管112に排出されるようになり、この第1の排水管112に介装した流量センサ111に検出される。これとともに、水に含まれる気泡が出泡検知センサ110によって検出される。第1の排水管112を流れる水から気泡が検出されなくなるまで上述した状態が維持され、出泡検知センサ110からの検知信号により気泡が検出されなくなった後、あるいは流量

センサ 111 からの流量信号を積分して得られる総流量が素材パイプ 31 を水で充填するに十分な量以上であると確認された後に注水ポンプ 104 が停止するとともに、開閉弁用アクチュエータ 60 が開閉弁 43 を閉じる。また、第 1 のカプラ脱着機 57 が給水用カプラ 41 を第 1 の栓手段 32 のカプラ 40 から取外すとともに、第 2 のカプラ脱着機 59 が排水・空気抜き用カプラ 58 をカプラ 44 から取外す。

この実施の形態で示すように素材パイプ 31 を立てて下方から水を注入するとともに上方から空気を流出させることによって、空気抜きを確実に行うことができる。

#### 【0054】

このように注水工程が終了した後であって、加圧機 23 および折曲機 24 で先に折曲げ加工されていた素材パイプ 31 が搬出された後、第 1 の多関節ロボット 26 が密栓機 22 から素材パイプ 31 を加圧機 23 および折曲機 24 に搬送する。この搬送時には、先ず、第 1 の多関節ロボット 26 が密栓機 22 の素材パイプ 31 を把持し、密栓機 22 のパイプ用クランプ装置 51 が素材パイプ 31 を開放するとともに栓手段用クランプ装置 52, 53 が第 1 および第 2 の栓手段 32, 33 を開放する。次に、第 1 の多関節ロボット 26 が素材パイプ 31 を密栓機 22 から取出し、加圧機 23 および折曲機 24 に装填する。

#### 【0055】

このとき、素材パイプ 31 は、両端部が第 1 および第 2 の栓手段 32, 33 によって閉塞されて水が密封された状態で、基端部（第 1 の栓手段 32 側の端部）が加圧機 23 のクランプ装置 65 に保持されるとともに、先端部（第 2 の栓手段 33 側の端部）が折曲機 24 の第 1 のクランプ装置 82 に保持される。加圧機 23 のクランプ装置 65 に素材パイプ 31 を保持させるときには、第 1 の栓手段 32 のカプラ 40 を加圧機 23 の加圧用カプラ 67 に接続する。

#### 【0056】

加圧機 23 は、上述したように素材パイプ 31 を装填する以前に、少なくとも 1 回は高圧ポンプ 105 と加圧用カプラ 67 との間の水通路の空気抜きを行っておくか、折曲げ生産性向上のため素材パイプ 31 の折曲げ本数が数十本、数百回

あるいは1ロット本数毎に空気抜きが実施される。この空気抜きは、空気抜き装置69のカプラ75を加圧用カプラ67に接続し、高圧ポンプ105によって水を循環させて行い、第2の排水管113に設けた出泡検知センサ110によって水中の気泡が検出されなくなったときに終了する。空気抜き工程が終了すると、加圧用カプラ67が空気抜き用カプラ75から脱とされる。

#### 【0057】

素材パイプ31を加圧機23と折曲機24に装填した後、第1の多関節ロボット26は密栓機22に新たに第1および第2の栓手段32, 33を装填し、次の素材パイプ31を素材パイプ用ストッカ97から密栓機22へ搬送する。なお、第1および第2の栓手段32, 33は、予め複数組用意しておき、栓手段用支持台98に載置させておく。このように次の素材パイプ31が密栓機22に装填された後、密栓機22は再び注水作業を行う。すなわち、折曲げ加工を加圧機23と折曲機24で行っている一方で、次の素材パイプ31に対して注水が密栓機22によって行われる。

#### 【0058】

加圧機23と折曲機24に素材パイプ31を装填した後に、高圧ポンプ105を作動させて素材パイプ31内の水の圧力を上昇させる。この圧力上昇時には、折曲部分の曲率に対応させて設定した目標水压の約90%の圧力に達した後にフィードバック制御によって目標水压まで徐々に昇圧させる。

目標水压に達した後、折曲機24の曲げ加工用アクチュエータ84によって支持台83を駆動し、素材パイプ31をロールダイ81に巻き付けるようにして折曲げる。

#### 【0059】

この折曲げ加工は、素材パイプ31の基端部を加圧機23で保持するとともに、先端部を上側の第1のロールダイ81Aの第1のパイプ保持部81Abに第1のシリンダ装置82Aのピストン先端部82Aaを押付けてクランプした状態で、加工用アクチュエータ84のピストンを伸長し、素材パイプ31の先端部より加圧機23寄り部を第1のロールダイ81Aの溝81Aaに巻き付けるようにして行う。また、この折曲げは、曲げ回転角センサ86によって検出した角度が折

曲部分の設計上の折曲げ角度に達するまで行う。折曲げ加工時に加圧機 2 3 は、折曲げ時に素材パイプ 3 1 に過大な引張り荷重が加えられることがないように、折曲工程中に折曲機 2 4 側（図 3 においては右側）へクランプ装置 6 5 を移動させる。

#### 【 0 0 6 0 】

折曲げ時には、クランプ装置 6 5 の移動によっても素材パイプ 3 1 の長手方向の伸びは僅かに発生するので、折曲部分内の容積が増大して水圧が低下する。しかし、高圧ポンプ 1 0 5 と素材パイプ 3 1 内との間の圧力センサ 1 1 5 によって圧力低下が検出され、素材パイプ 3 1 内の水圧が目標水圧を保つように高圧ポンプ 1 0 5 の吐出圧がフィードバック制御される。このため、折曲工程の全域にわたって折曲部分内が目標水圧に維持される。前記目標水圧は、折曲げ角度が大きくなる（折曲部分の長さが長くなる）にしたがって徐々に増大させる。

#### 【 0 0 6 1 】

この実施の形態では、図 2 に示した排気パイプ 2 の 3 箇所（折曲部分 1 2 ～ 1 4）を下流側から順に折曲げる。すなわち、折曲機 2 4 の第 1 のパイプ保持部 8 1 A b と第 1 のシリンダ装置 8 2 A で素材パイプ 3 1 を保持した状態で最も下流側の折曲部分 1 2 と中央の折曲部分 1 3 とを折曲げ、第 2 のパイプ保持部 8 1 B b と第 2 のシリンダ装置 8 2 B で素材パイプ 3 1 を保持した状態で最も上流側の折曲部分 1 4 を折曲げる。

#### 【 0 0 6 2 】

最も下流側の折曲部分 1 2 を折曲げた後に中央の折曲部分 1 3 を折曲げるためには、先ず、下流側の折曲部分 1 2 の折曲げが終了した後に折曲機 2 4 のピストン先端部 8 2 A a を後退させて素材パイプ 3 1 を開放させるとともに曲げ加工用アクチュエータ 8 4 を初期位置に復帰させる。この段取り替え時には、高圧ポンプ 1 0 5 から水が第 1 の水タンク 1 0 1 へ戻されるように三方弁 1 1 4 を切換える。次に、加圧機 2 3 のクランプ装置 6 5 を回転させるとともに折曲機 2 4 側へ移動させ、中央の折曲部分 1 3 を形成する部位を第 1 のロールダイ 8 1 A の溝 8 1 A a に嵌合させる。

#### 【 0 0 6 3 】

そして、第1のパイプ保持部81A bにピストン先端部82A aを押付けて素材パイプ31の先端部を再び保持させ、折曲機24の曲げ加工用アクチュエータ84を作動させて中央の折曲部分13を折曲げる。折曲げ時には、三方弁114を切換えて高圧ポンプ105から素材パイプ31内に水圧を作用させ、前回の折曲げ時と同様に高圧ポンプ105の吐出圧力をフィードバック制御する。中央の折曲部分13は、下流側の折曲部分12と同じ曲率を有するが曲げ角度は小さい（折曲部分が鈍角）ので、折曲部分12より目標水圧を低く設定される。曲げ角度が小さい場合、偏平になり難いので大きな水圧を必要としないからである。

#### 【0064】

中央の折曲部分を折曲げた後、ピストン先端部82A aを後退させて排気パイプ31を開放させるとともに曲げ加工用アクチュエータ84を初期位置に復帰させ、折曲機24の基台を上下させる昇降アクチュエータ85aを駆動して基台を上昇させる。この段取り替え時にも高圧ポンプ105から水が第1の水タンク101へ戻されるように三方弁114を切換える。

前記上昇動作によって、折曲機24の第2のパイプ保持部81B bと第2のシリンダ装置82Bで素材パイプ31の先端部を保持できるようになる。加圧機23のクランプ装置65は、上述したように下降した後に素材パイプ31を回転させるとともに折曲機24側へ移動し、最後の折曲部分14をロールダイ81の下側の溝81bに嵌合させる。

#### 【0065】

この位置決めが終了した後に、折曲機24の第2のパイプ保持部81B bと第2のシリンダ装置82Bで素材パイプ31の先端部を保持させ、曲げ加工用アクチュエータ84を作動させて最後の折曲部分14を折曲げる。この折曲げ時にも、三方弁114を切換えて高圧ポンプ105から素材パイプ31内に水圧を作用させ、高圧ポンプ105の吐出圧力をフィードバック制御する。折曲部分14は他の部分より曲率が大きく（曲率半径が小さく）第2のロールダイ81Bの下側の溝81B aの溝半径が上側の溝81A aの溝半径より大きい場合には、折曲時の目標水圧を曲率に対応させて増大させる。なお、曲げ完成品の曲率半径より、ロールダイの溝半径を僅かに小さくし、かつ曲げ完成品の曲げ角度より、折曲機

24における折曲げの曲げ角度を大きくし、スプリングバック現象が起きても正しい完成品形状が得られるようにする。

【0066】

3箇所折曲部分12～14を折曲げた後には、高圧ポンプ105による加圧を停止するとともに、素材パイプ31内を減圧させる。このときには、三方弁114を切換え、高圧ポンプ105と第1の水タンク101および素材パイプ31内を連通させ、素材パイプ31内の水圧を低下させて高圧ポンプ105を停止させる。

その後、第2の多関節ロボット27に素材パイプ31を把持させ、加圧機23のカプラ脱着機68によって第1の栓手段32のカプラ40から加圧用カプラ67を外すとともに、加圧機23と折曲機24から素材パイプ31を取外す。

【0067】

折曲げ後の素材パイプ31は、第2の多関節ロボット27が開栓機25に搬送し、第1の栓手段32を開栓機25の第1のクランプ装置87に装填する。このように第2の多関節ロボット27によって素材パイプ31を加圧機23および折曲機24から取外した後、加圧機23および折曲機24は、第1の多関節ロボット26によって密栓機22から次の素材パイプ31が搬送され、この素材パイプ31に対して曲げ加工を行う。

【0068】

前記開栓機25の第1のクランプ装置87に素材パイプ31の一端の第1の栓手段32が装填されると、この第1のクランプ装置87が第1の栓手段32を保持した状態で第1のナット緩め機89が第1の栓手段32のナット38を緩める。このようにナット38を緩めた後、第2の多関節ロボット27が素材パイプ31を第1のクランプ装置87から引出すようにして外す。この作業によって、第1の栓手段32が開栓機25に残り、素材パイプ31から外れる。素材パイプ31内に充填されていた水は、開栓機25の下方に設けた排水装置（図示せず）に流下し、第1の水タンク101に戻される。

【0069】

次に、第2の多関節ロボット27が第2の栓手段33を開栓機25の第2のク

ランプ装置 8 8 に装填する。この第 2 のクランプ装置 8 8 でも第 1 のクランプ装置 8 7 での取外し作業と同一の作業が行われ、第 2 の栓手段 3 3 が素材パイプ 3 1 から取外される。このように素材パイプ 3 1 の両端から栓手段 3 2, 3 3 を取外した後、第 2 の多関節ロボット 2 7 が素材パイプ 3 1 を製品取出し用シュート 9 1 に載置させる。このシュート 9 1 によって素材パイプ 3 1 が製品取出し口（図示せず）に移動する。

#### 【 0 0 7 0 】

上述したように素材パイプ 3 1 をシュート 9 1 に搬送した第 2 の多関節ロボット 2 7 は、開栓機 2 5 に残存する第 1 および第 2 の栓手段 3 2, 3 3 を栓手段用移送装置 9 9 の上流側端部に搬送し、加圧機 2 3 および折曲機 2 4 での次の素材パイプ 3 1 に対する折曲げ加工が終わるのを待機する。栓手段用移送装置 9 9 に載置された二つの栓手段 3 2, 3 3 は、栓手段用移送装置 9 9 の下流側端部まで移送された後、第 1 の多関節ロボット 2 6 によって栓手段用支持台 9 8 に搬送される。

#### 【 0 0 7 1 】

このように構成したパイプ用曲げ加工装置 2 1 においては、図 1 3 に示すように、加圧機 2 3 ・折曲機 2 4 での折曲げ作業と、密栓機 2 2 での注水・密封作業とが同時に行われる。なお、図 1 3 には示していないが、開栓作業も折曲げ加工と平行して行われる。このため、1 本の素材パイプ 3 1 に対して上述した各作業を順次行って製造する場合に較べて待機時間が少なくなり、加工時間を可及的短くすることができる。

#### 【 0 0 7 2 】

前記曲げ加工装置 2 1 の密栓機 2 2 は、素材パイプ 3 1 を上下方向に延びるように立てた状態で第 1 および第 2 の栓手段 3 2, 3 3 を装着し、下側の第 1 の栓手段 3 2 から素材パイプ 3 1 内に注水するとともに上側の第 2 の栓手段 3 3 で空気抜きを行うから、素材パイプ 3 1 内の上端から空気抜きを行うことができる。このため、水を密封した部分の内部に空気が存在しない状態で折曲げ加工を行うことができ、曲げ加工中に、曲げ外側の部分の内面を液体で押圧することができる。

**【0073】**

このパイプ用曲げ加工装置 21 によって折曲げられた排気パイプ 2 の折曲部は、パイプ内に密封した水を曲率に対応する圧力で加圧しながら折曲げているから、折曲げ中に折曲部分内の圧力が低下することがなく、折曲げ時に曲げ外側が内側へ凹むように変形することがない。この結果、折曲部分での偏平率が 92% 以上になるように成形できた。ここでいう偏平率とは、外形が円形のほぼ均一肉厚のパイプが前記折曲部で変形し、略楕円形となるが、この略楕円形の短径（前記折曲部での最小外径）を折曲げ前のパイプ外径で除した値に 100 を乗算した値である。また、この実施の形態で示したように、1 本の排気パイプ 2 に複数の折曲部分 12～14 を形成する場合であっても、それぞれの折曲部分の曲率に対応させて水圧を設定しているから、全ての折曲部分で偏平率が 92% 以上になるように成形することができる。

**【0074】**

また、折曲部分の曲げ角度が大きいほど水圧を増大させて折曲げているから、折曲げ中に折曲部分内の圧力が低下するのを阻止することができる。このため、折曲部分の曲げ角度が大きくても偏平率が高くなるように折曲げることができ、この実施の形態で示したように、この折曲部分の長さが異なる 3 箇所の折曲部分を全ての折曲部分で前記偏平率が 92% 以上になるように成形することができた。

**【0075】**

折曲部分の偏平率が 92% 以上の排気パイプ 2 は、直線状部分での内径と折曲部分の内径との差、すなわちパイプ内側の断面積の差が少なくなり、パイプ内を排ガスが円滑に流れることができるとともに、途中で圧力波が反射することが少なくなる。

このため、この排気パイプ 2 を用いることによってエンジン 3 の出力を向上させることができる。この排気パイプ 2 を取付けたエンジン 3 の出力変化と、従来の排気パイプ 2 を取付けたエンジン 3 の出力変化の違いを図 11 に示す。

**【0076】**

図 11 においては、この実施の形態による曲げ加工装置 21 によって成形した

排気パイプ 2 を用いた場合を実線で示し、従来の排気パイプ 2 を用いた場合を破線で示している。同図から明らかなように、この実施の形態による曲げ加工装置 21 によって成形した排気パイプ 2 を用いることによって、高回転域での出力（最大出力）が増大する。

#### 【0077】

（第 2 の実施の形態）

密栓機は図 14 に示すように構成することができる。

図 14 は密栓機の他の実施の形態を示す側面図で、同図において、前記図 1 ないし図 13 によって説明したものと同一もしくは同等の部材については、同一符号を付し詳細な説明を適宜省略する。

#### 【0078】

図 14 に示す密栓機 22 は、水を貯留した水槽 201 の底に、素材パイプ 31 を保持するためのパイプ用クランプ装置 51 と、第 1 および第 2 の栓手段 32, 33 を着脱自在に保持する第 1 および第 2 のクランプ装置 52, 53 とを配設し、水槽 201 の中（水中）で素材パイプ 31 に第 1 および第 2 の栓手段 32, 33 を取付ける構造を採っている。

#### 【0079】

両栓手段 32, 33 のナット 38 を締付けるナット締付機 55, 56 は、ソケット 63 を支持する軸 202 のみを水槽内に側方から挿入している。この軸 202 は、水槽 201 の側壁 203 に設けたシール部材 204 を貫通しており、回転と軸線方向への平行移動を行っても水が水槽外に漏洩することがないようにしている。

#### 【0080】

このように構成した密栓機 22 においては、第 1 の多関節ロボット 26 によって素材パイプ 31 を斜めに傾斜させた状態で水槽中に浸漬させ、パイプ用クランプ装置 51 に保持させた状態で第 1 および第 2 の栓手段 32, 33 を取付ける。この取付け作業が終了することによって、素材パイプ 31 内に水が密封される。すなわち、第 1 の実施の形態を採る場合で行う空気抜き作業が不要になる。このため、第 2 の栓手段 33 は、空気抜きをするための構造を採らなくてよいから、

単なる盲栓として機能するだけの簡単な構造に形成することができる。

#### 【0081】

##### 【実施例】

上述した実施の形態で示した排気パイプ2は、材質がSUS304Lで、外形が円形で外径が約38mm、厚みがほぼ均一の0.8mmの素材パイプ31を曲げ加工することによって形成した。折曲部分の曲率半径は、3箇所とも約60mm（溝の半径は58mm）とし、折曲げ時の水圧は、折曲げ角度が33.5°の場合は110kg/cm<sup>2</sup>、折曲げ角度が180°の場合は155kg/cm<sup>2</sup>とした。

このような条件で折曲げを行ったところ、偏平率は97%であった。なお、上記実施の形態の排気パイプは、外形が円形で略均一肉厚をもつステンレス製のものであったが、本願発明はこれのみに限らず、外形が円形で偏肉した排気パイプや、外形が矩形、あるいは多角形の排気パイプや、材料面において普通鋼パイプに溶融アルミメッキをしたもの、あるいは耐熱性の銅系合金製のものにも適用可能である。外形が異形あるいは均一肉厚をもたないパイプにおいても、パイプ内側に内圧を加えて折曲げ成形し、折曲により外径が縮む側での最小外径をこの最小外径を測定した箇所に相当する折曲げ前のパイプ外径で除した値に100を乗算した値である偏平率が92%以上であるものは、折曲げ部で排気脈動を乱さず、排気脈動を有効に活用可能である。

#### 【0082】

すなわち、真直部の形状および折曲げ方向によっては、折曲げ部でパイプ内側の断面積が減少するもののみでなく、増加するものもある（折曲により外径が縮む側での折曲げ前外径が折曲により外径が伸びる側の折曲げ前外径より大きい場合等）。増加するものでは折曲げ部が膨張室として機能してしまい、180°位相がずれた反射波がエンジン側に戻るようになり、エンジンの排気脈動を乱し、性能を低下させてしまうが、偏平率が92%以上であるものはこのようなことがなく、排気脈動を有効に活用可能である。

#### 【0083】

なお、上記実施の形態のパイプ曲げ加工装置においては、曲げ対象として外形が円形で略均一肉厚をもつステンレス製の排気パイプを例示したが、本願発明は

これのみに限らず、外形が円形で偏肉したパイプや、外形が矩形、あるいは多角形のパイプや、材料面において普通鋼パイプに溶融アルミメッキをしたもの、あるいは耐熱性の銅系合金製のものを対象とすることができる。また、エンジン排気ガス以外にも各種気体や液体等を送るためのパイプも曲げ対象とすることができる。

#### 【0084】

本願発明のパイプ曲げ加工装置によれば、外形が異形あるいは均一肉厚をもたないパイプにおいても、パイプ内側に内圧を加えて折曲げ成形し、折曲により外径が縮む側での最小外径をこの最小外径を測定した箇所に対応する折曲げ前のパイプ外径で除した値に100を乗算した値である偏平率が92%以上とすることができ、この偏平率が92%以上の排気パイプにおいては、折曲げ部で排気脈動を乱さず、排気脈動を有効に活用可能である。

#### 【0085】

すなわち、真直部の形状および折曲げ方向によっては、折曲げ部でパイプ内側の断面積が減少するもののみでなく、増加するものもある（折曲により外径が縮む側での最小外径が折曲により外径が伸びる側の外径より大きい場合等）。増加するものでは折曲げ部が膨張室として機能してしまい、180°位相がずれた反射波がエンジン側に戻るようになり、エンジンの排気脈動を乱し、性能を低下させてしまうが、偏平率が92%以上であるものはこのようなことがなく、排気脈動を有効に活用可能である。

#### 【0086】

また、上記のように偏平率が92%以上の各種気体や液体等を送るためのパイプにおいても、断面形状および断面積の急変がなく、輸送抵抗を少なくできる。なおまた、構造部材として曲げパイプを使用する場合は、偏平率を92%以上とすることで曲げ強度上、外観上優れたものとする事ができる。

#### 【0087】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、密栓機での注水・密封作業と、折曲装置での折曲げ作業とを同時に行うことができるから、1本のパイプに対して上述し

た各作業を順次行って製造する場合に較べて待機時間を低減することができる。  
このため、加工時間が短くなるパイプ用曲げ加工装置を提供することができる。

【0088】

請求項2記載の発明によれば、パイプ内の上端から空気抜きを行うことができるから、液体を密封した部分の内部に空気が存在しない状態で折曲げ加工を行うことができ、曲げ加工中に、曲げ外側の部分の内面を液体で押圧することができる。このため、折曲部分の内径と直線状部分での内径との差が少なくなり、パイプ内を排ガスが円滑に流れることができるとともに、途中で圧力波が反射することが少なくなる。

したがって、この発明に係るパイプ用曲げ加工装置によって曲げ加工を行った排気パイプを用いることにより、エンジンの出力を向上させることができる。

【0089】

請求項3記載の発明によれば、空気が存在しない状態でパイプに栓手段が取付けられてパイプ内に液体が密封されるから、液体を密封した部分の内部に空気が存在しない状態で折曲げ加工を行うことができ、曲げ加工中に、曲げ外側の部分の内面を液体で押圧することができる。このため、折曲部分の内径と直線状部分での内径との差が少なくなり、パイプ内を排ガスが円滑に流れることができるとともに、途中で圧力波が反射することが少なくなる。

したがって、この発明に係るパイプ用曲げ加工装置によって曲げ加工を行った排気パイプを用いることにより、エンジンの出力を向上させることができる。

また、専ら空気を排出するための空気抜き工程を実施しなくてよいから、このパイプ用曲げ加工装置によれば、加工時間をより一層短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る曲げ加工装置によって形成した排気パイプを装着した自動二輪車の側面図である。

【図2】 本発明に係る曲げ加工装置によって形成した排気パイプを示す図である。

【図3】 曲げ加工装置の平面図である。

【図4】 曲げ加工装置の水循環装置の構成を示す図である。

【図 5】 パイプに栓手段を取付けた状態を示す断面図である。

【図 6】 密栓機の構成を示す図である。

【図 7】 加圧機の構成を示す側面図である。

【図 8】 折曲機の平面図である。

【図 9】 折曲機の背面図である。

【図 10】 多関節ロボットの側面図である。

【図 11】 本発明に係る曲げ加工装置によって形成した排気パイプの性能と従来の曲げ加工装置によって形成した排気パイプの性能とを比較するためのグラフである。

【図 12】 曲げ加工装置の構成を示すブロック図である。

【図 13】 折曲機と密栓機の動作を説明するためのタイムチャートである。

。

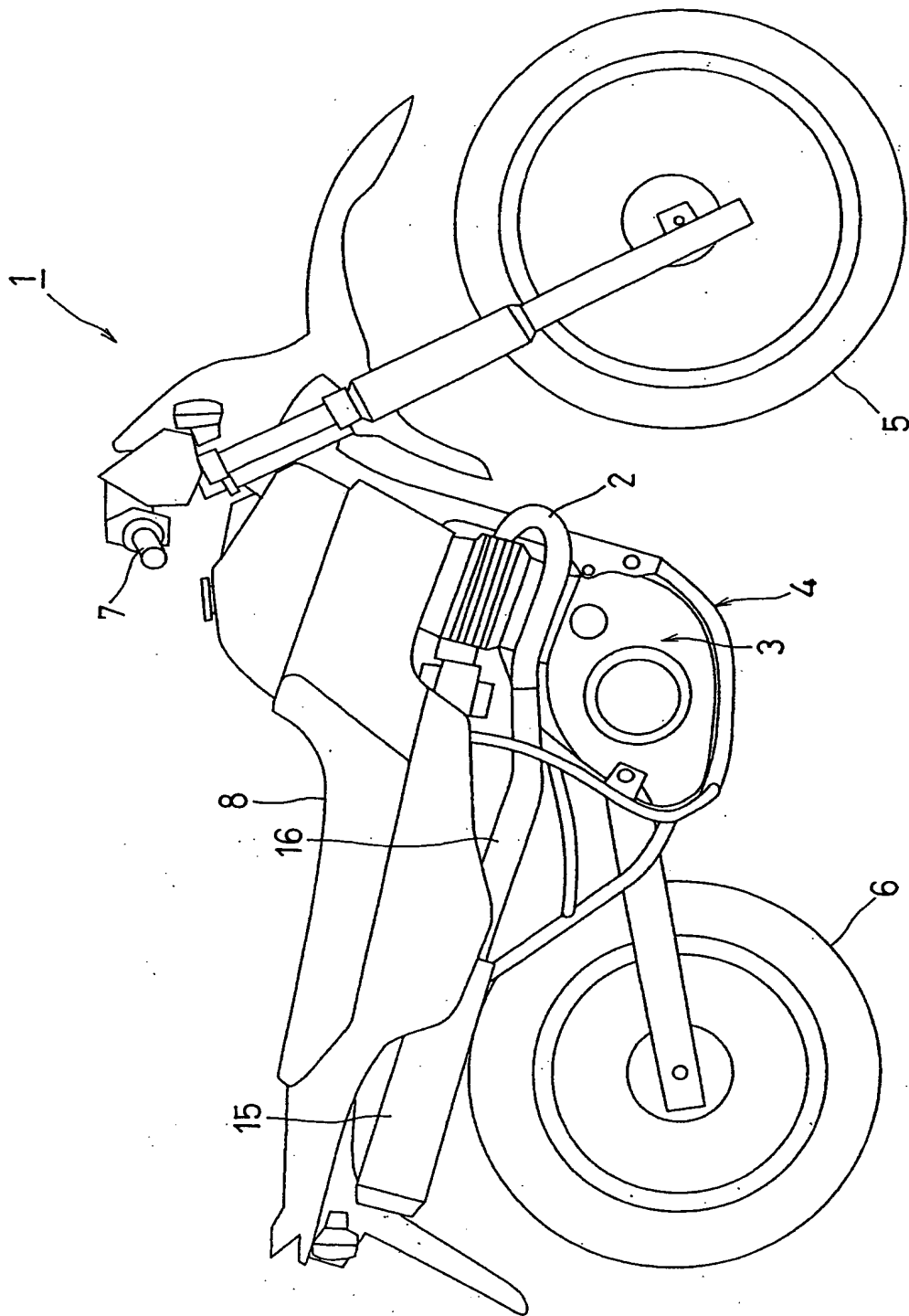
【図 14】 密栓機の他の実施の形態を示す側面図である。

【符号の説明】

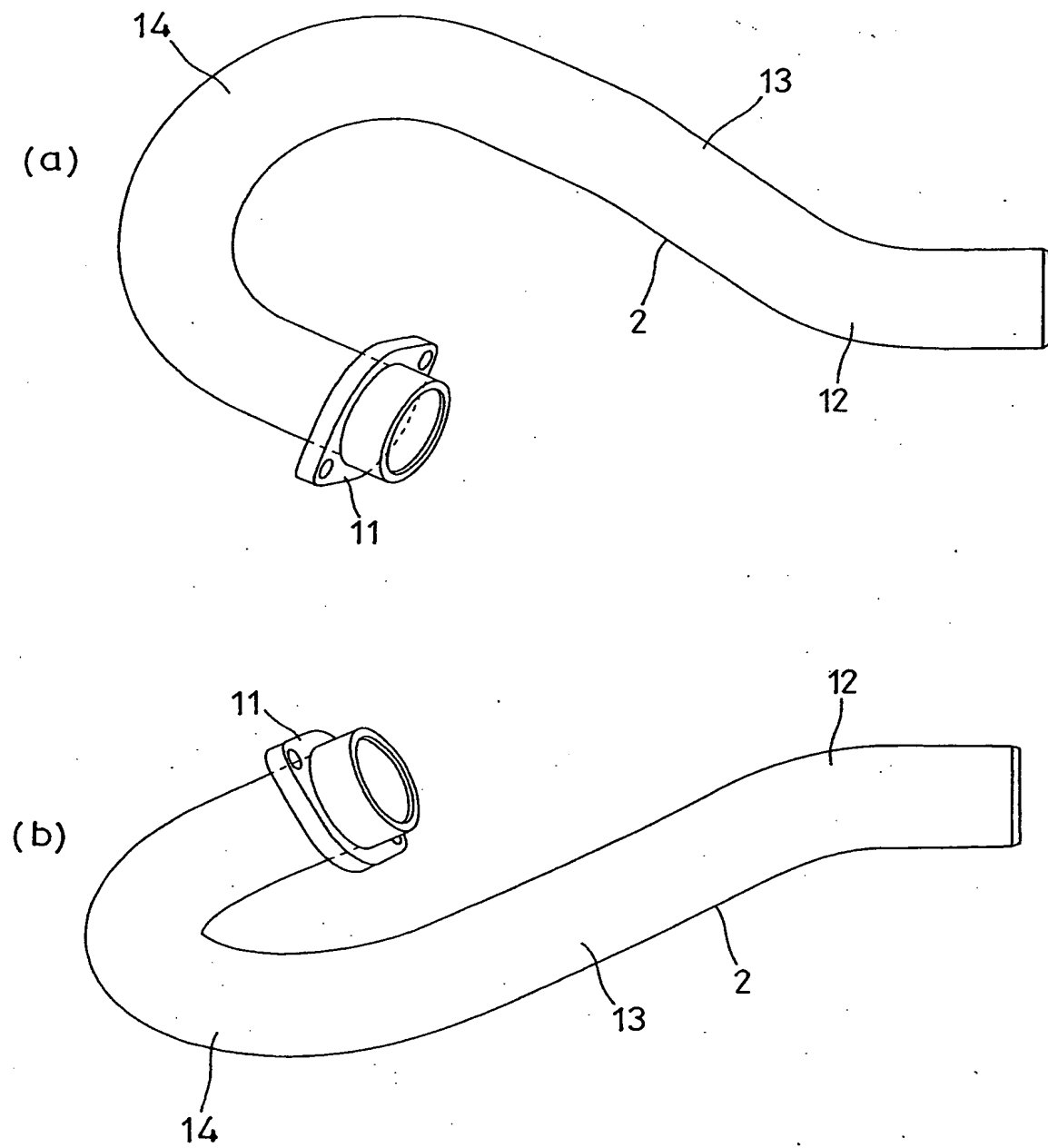
2…排気パイプ、22…密栓機、23…加圧機、24…折曲機、25…開栓機、26…第1の多関節ロボット、27…第2の多関節ロボット、31…素材パイプ、32…第1の栓手段、33…第2の栓手段、201…水槽。

【書類名】 図面

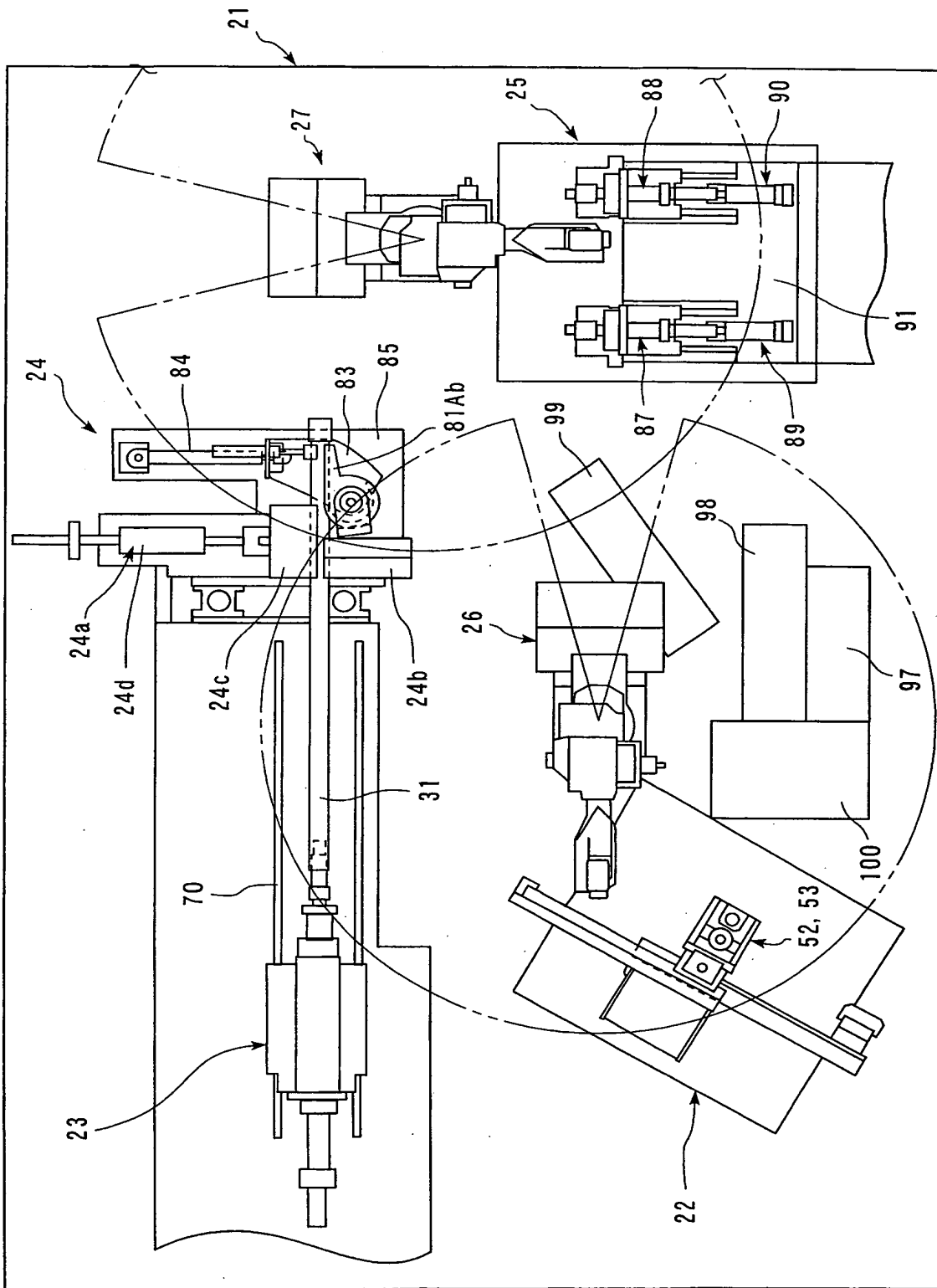
【図 1】



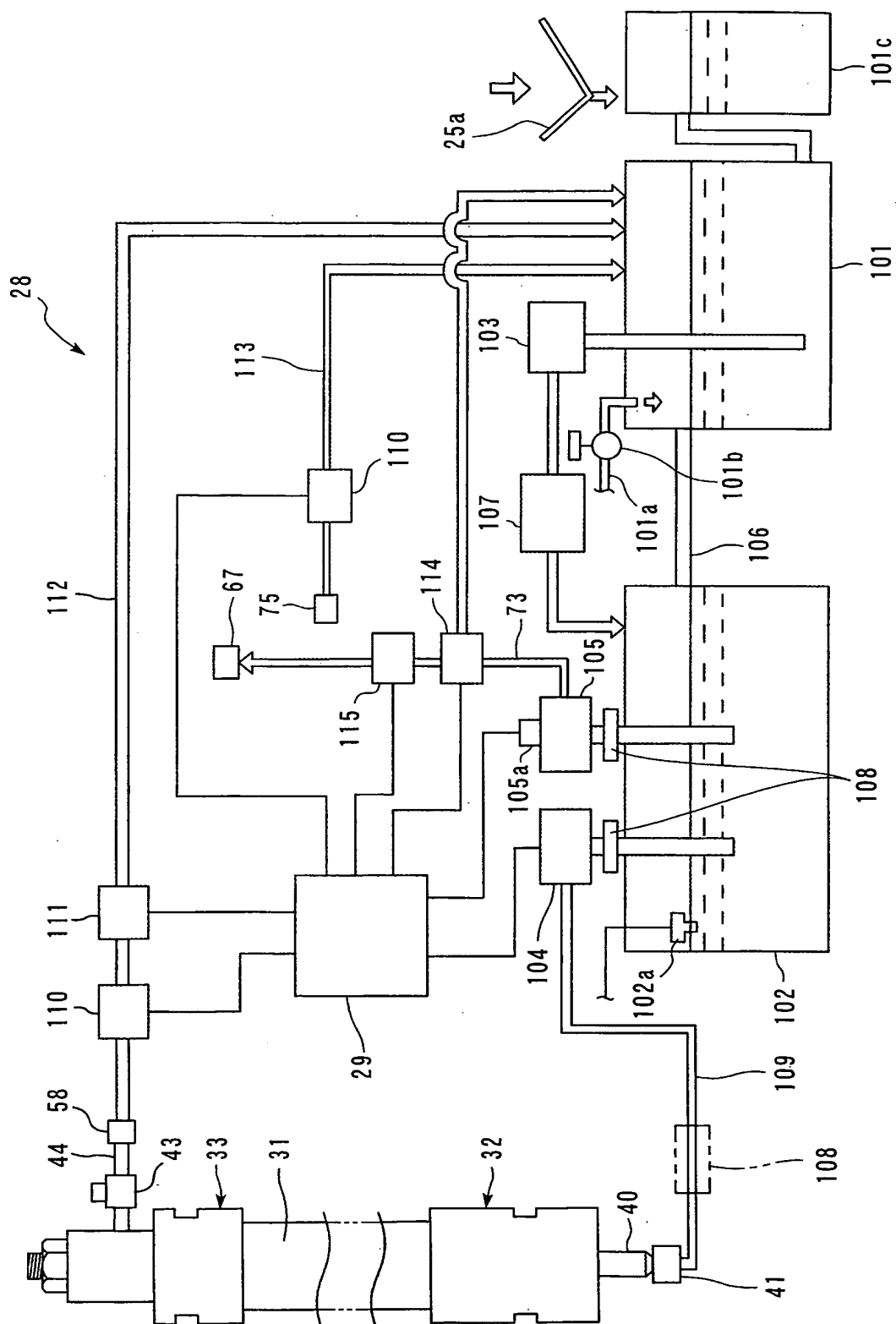
【図 2】



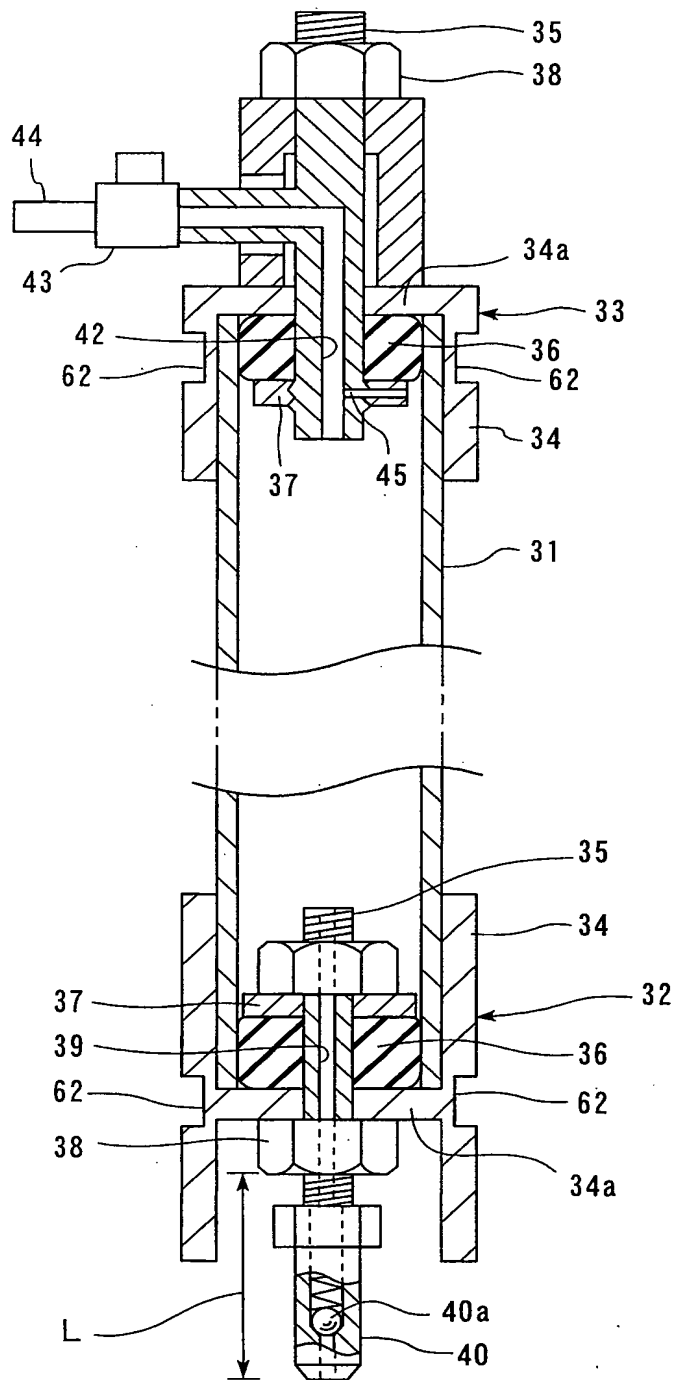
【図 3】



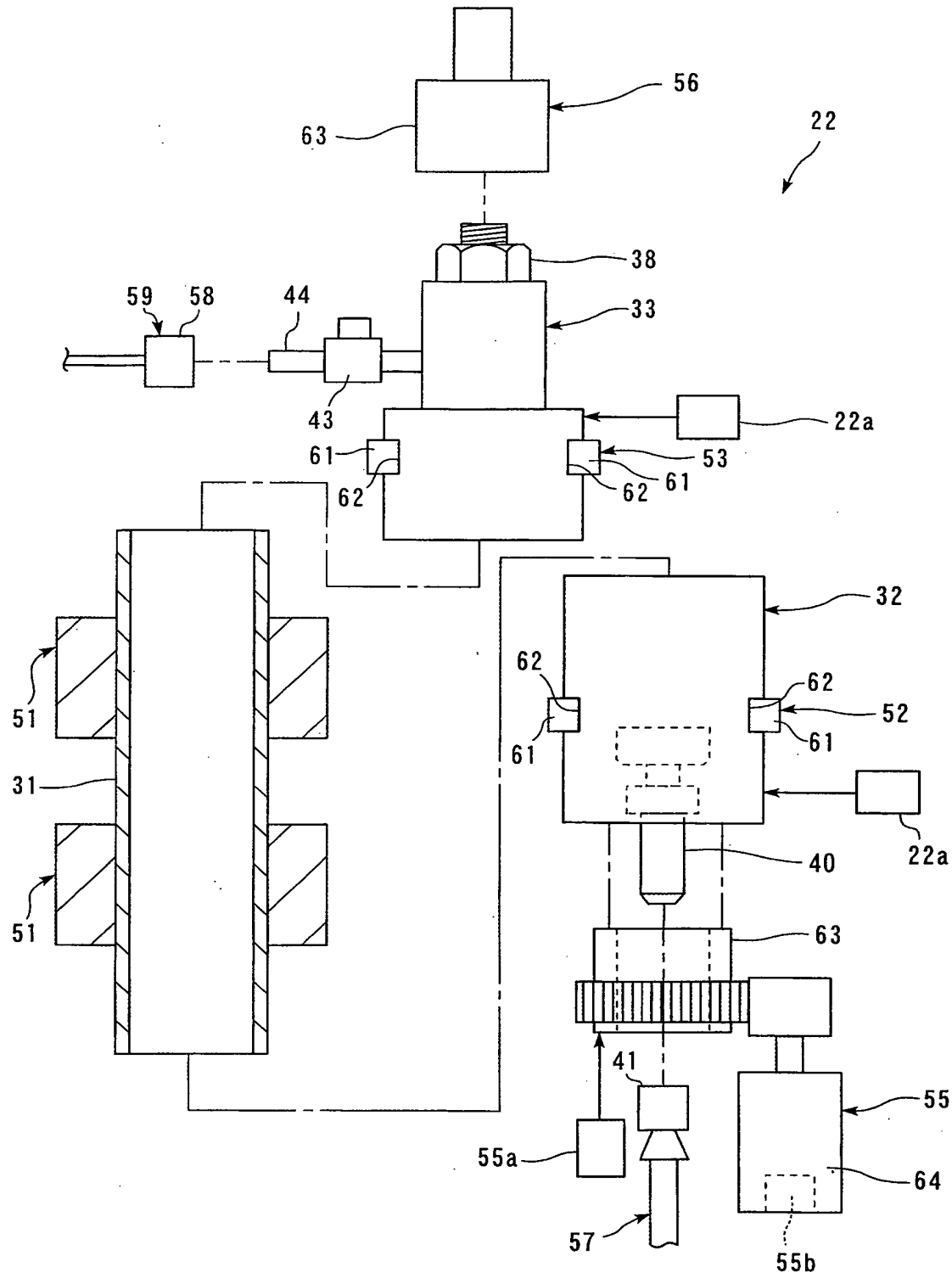
【図 4】



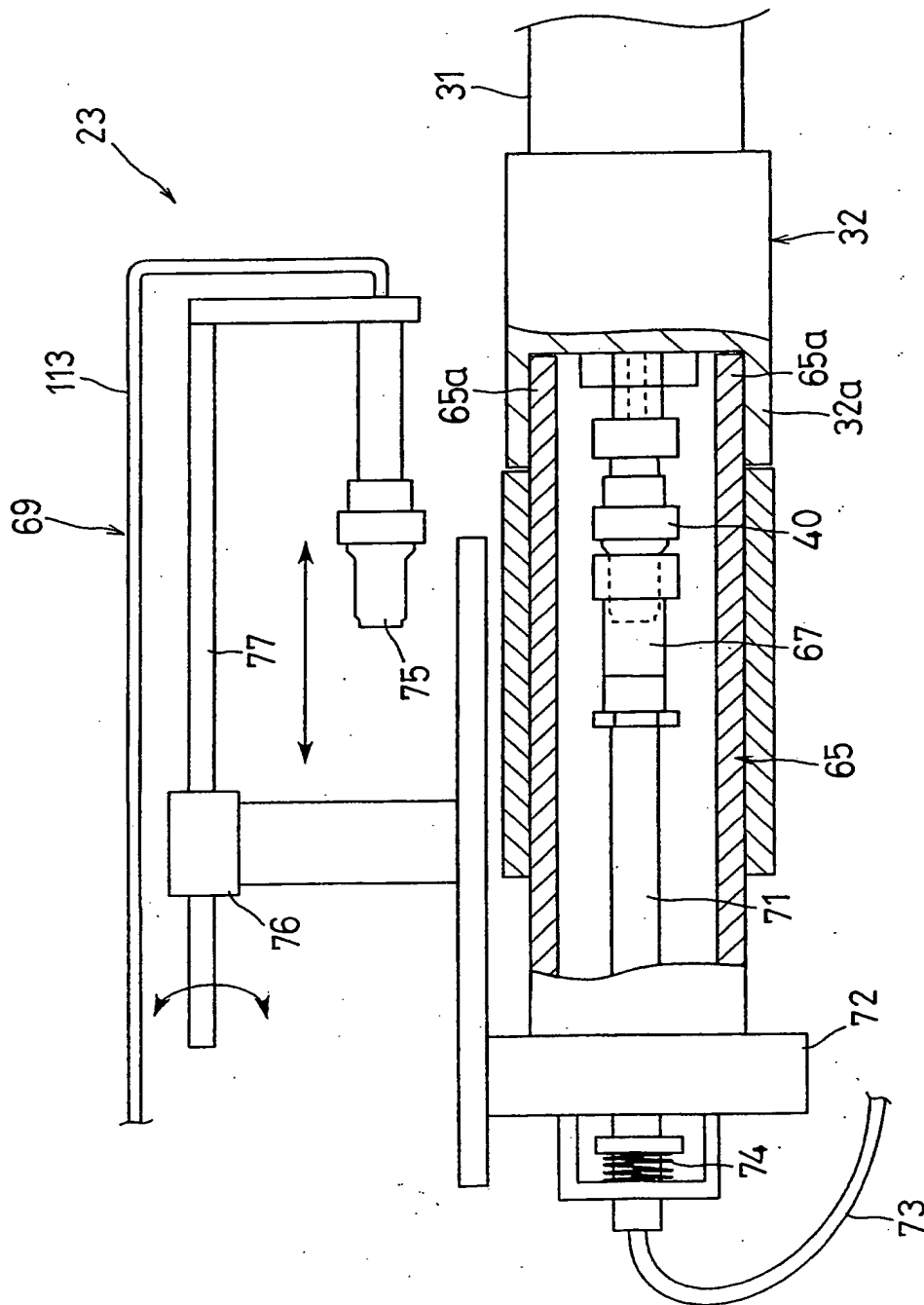
【図 5】



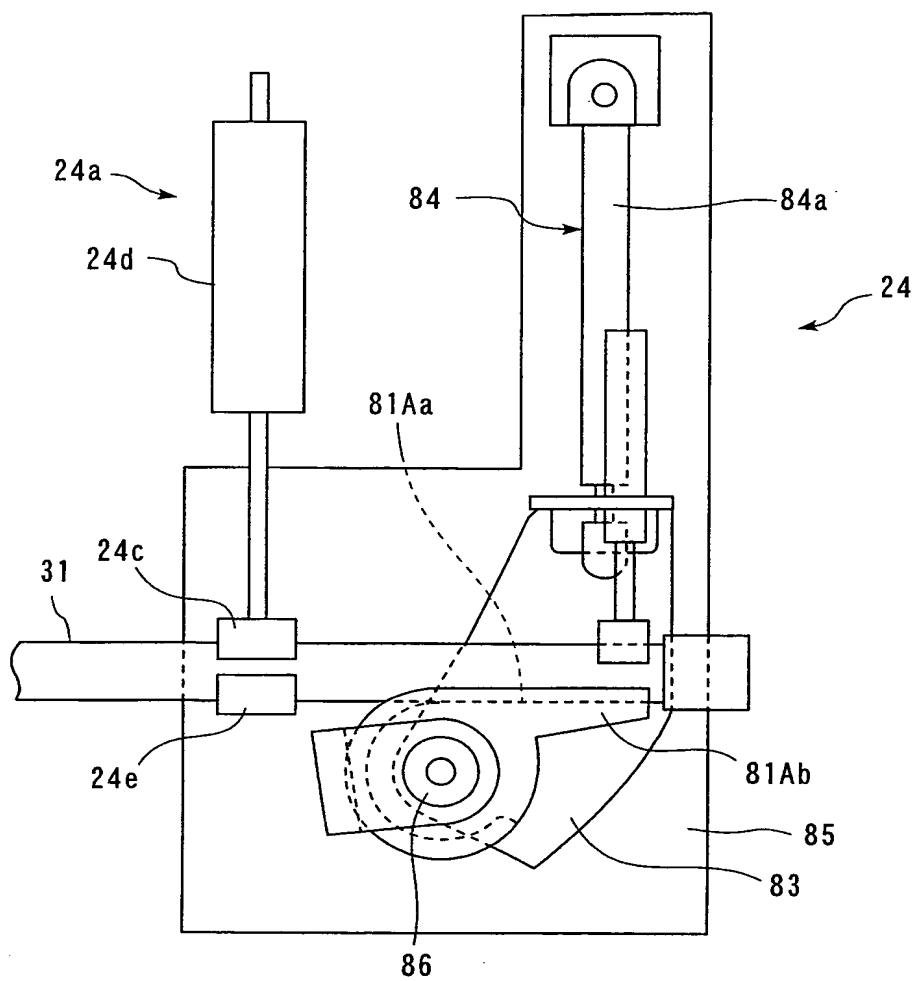
【図 6】



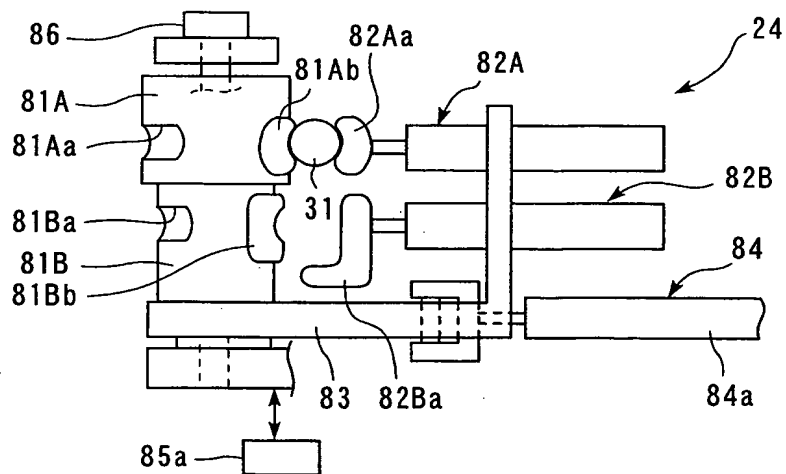
【図 7】



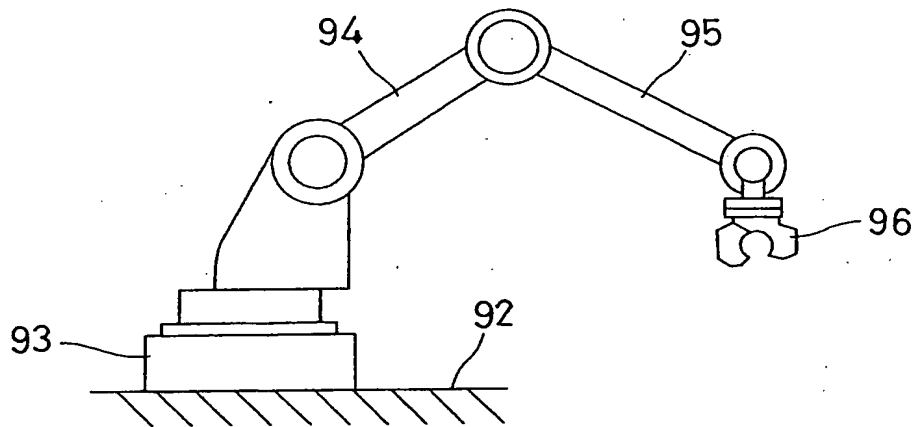
【図 8】



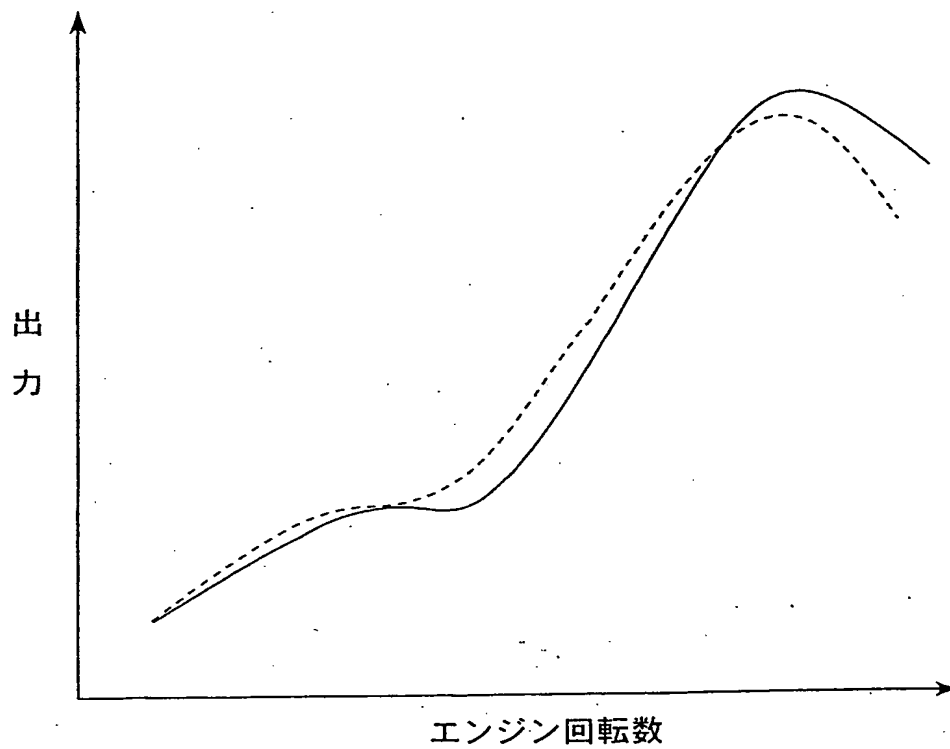
【図 9】



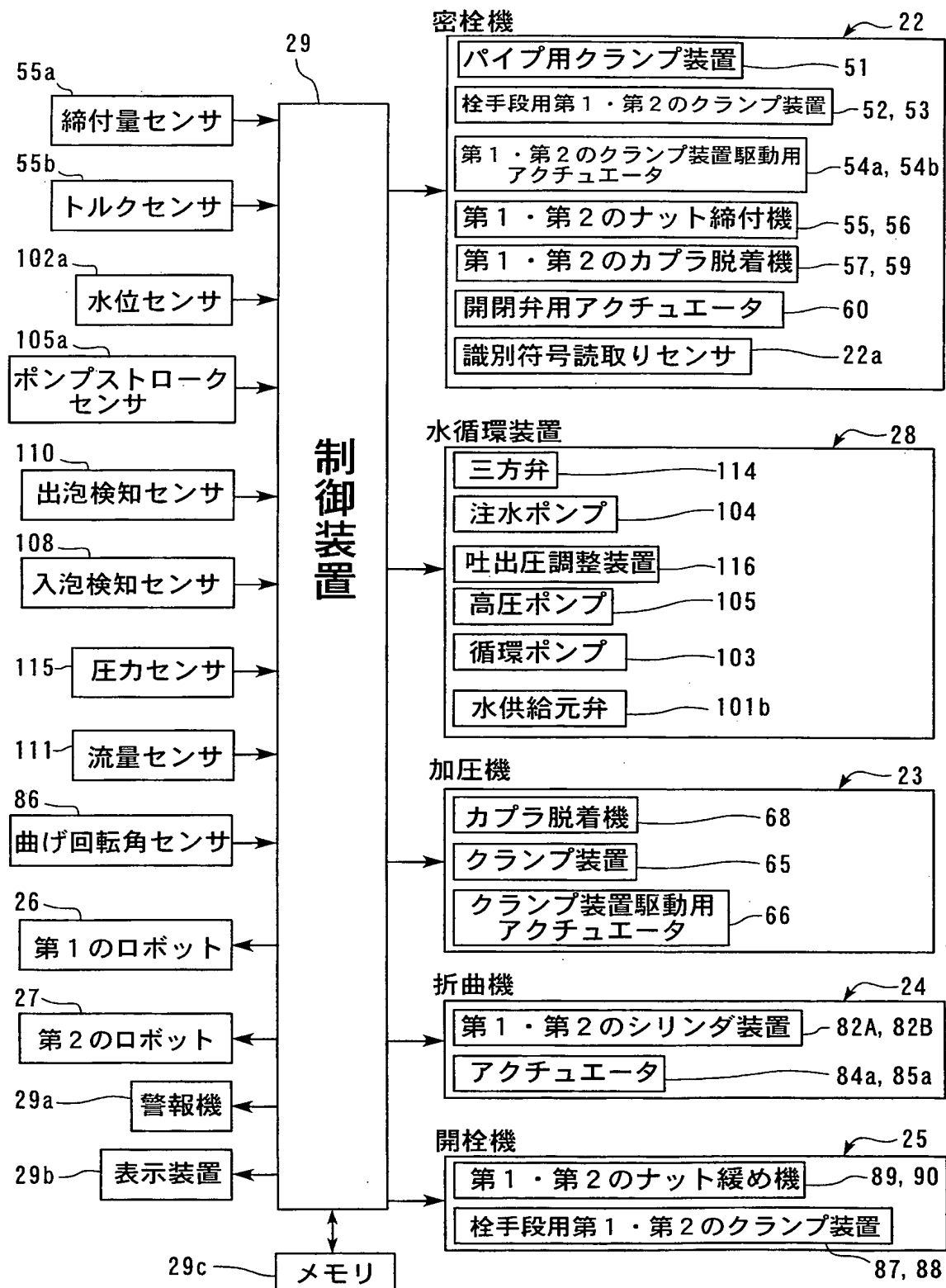
【図 10】



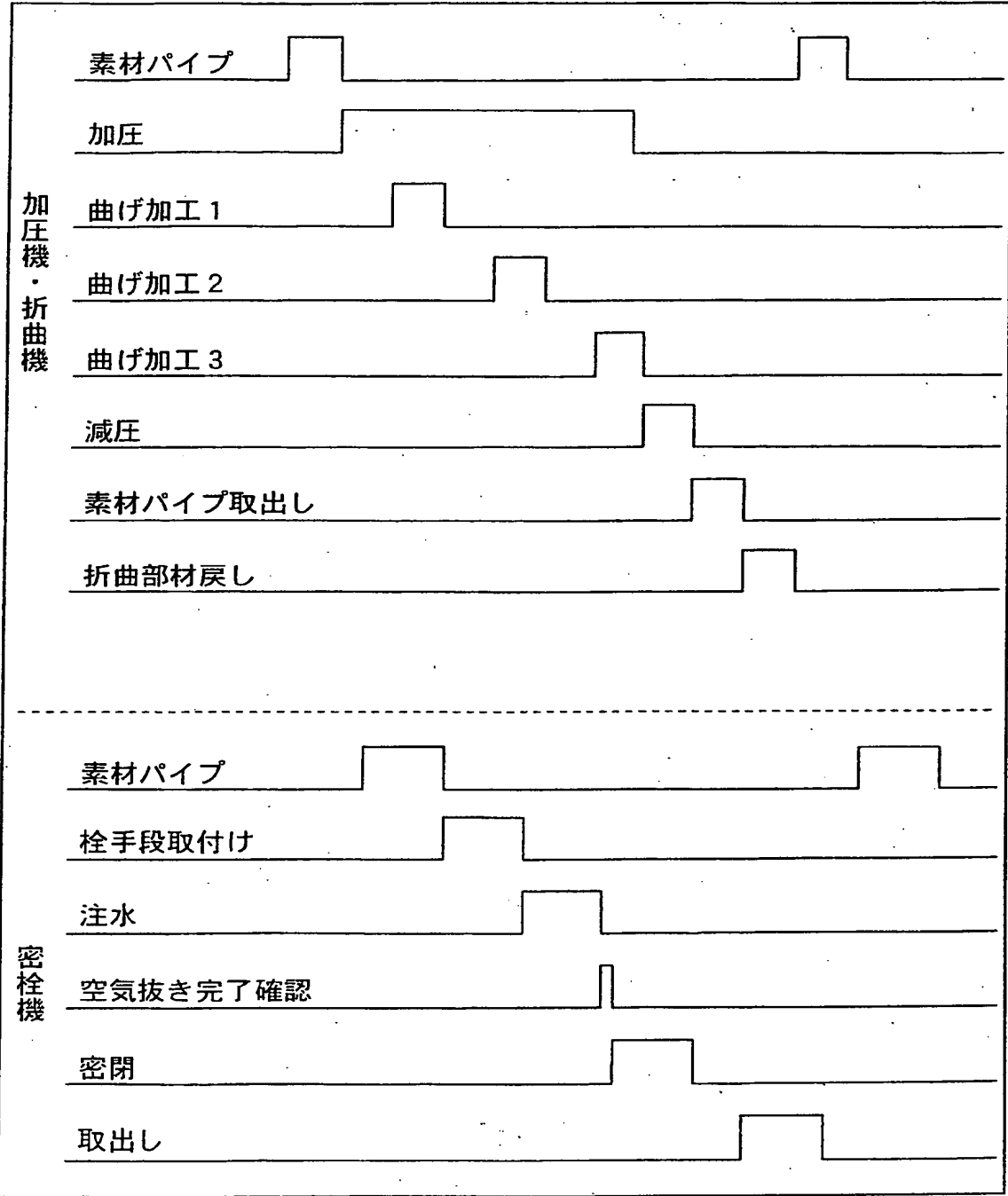
【図 11】



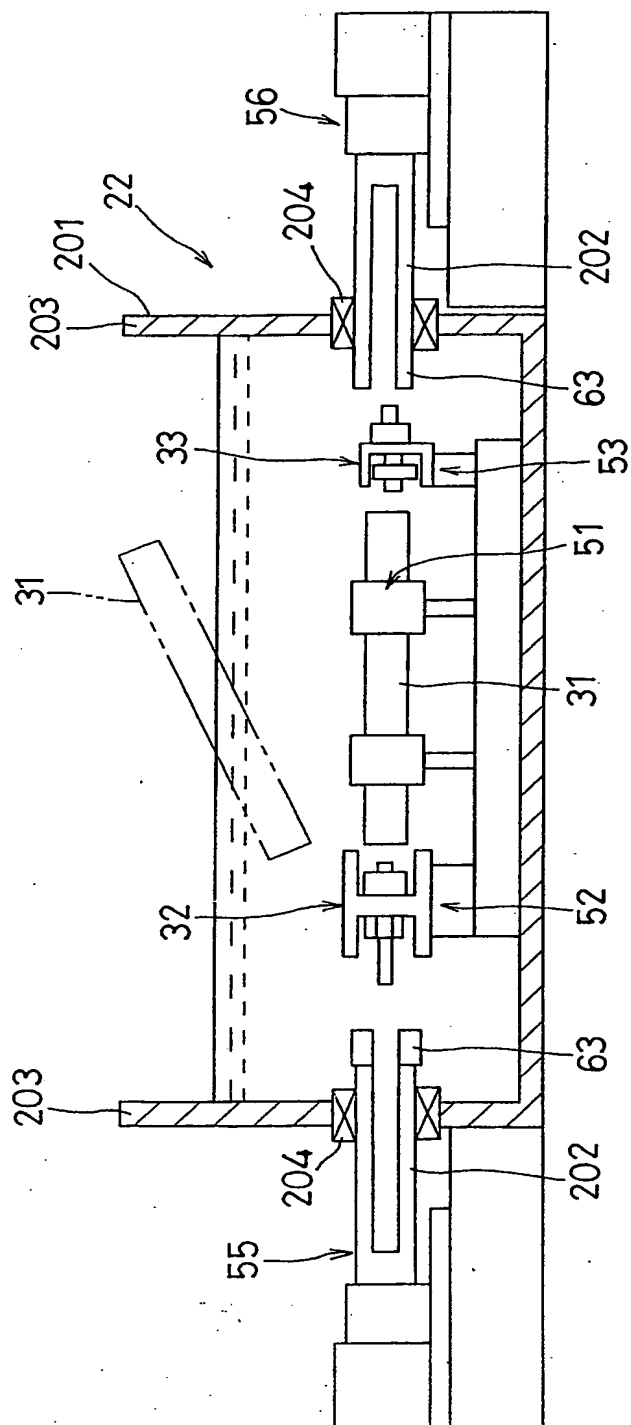
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 加工時間が短くなるパイプ用曲げ加工装置を提供する。

【解決手段】 素材パイプ 31 に第 1 および第 2 の栓手段 32, 33 を装着し、素材パイプ 31 内に液体を密封する密栓機 22 を備える。前記密栓機とは別体形成し、密栓機によって水が充填された素材パイプ 31 を折曲げる折曲装置（加压机 23・折曲機 24）を備える。前記両栓手段を素材パイプ 31 から取外す開栓機 25 を備える。これらの機械に対して素材パイプ 31 の受け渡しを行う第 1 および第 2 の多関節ロボット 26, 27 を備える。折曲げ工程で素材パイプ 31 内の水を一方の栓手段側から加圧する加圧装置とを備えた。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 1 - 1 3 7 2 8 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 1 0 0 7 6 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地
氏 名	ヤマハ発動機株式会社